

WO0199308

PUB DATE: 2001-12-27

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; NAGANO JUNICHI [JP] + (MITSUBISHI  
DENKI KABUSHIKI KAISHA, ; NAGANO, JUNICHI)

HAS ATTACHED HERETO CORRESPONDING ENGLISH LANGUAGE EQUIVALENT:

US6888881

PUB DATE: 2005-05-03

APPLICANT: MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年12月27日 (27.12.2001)

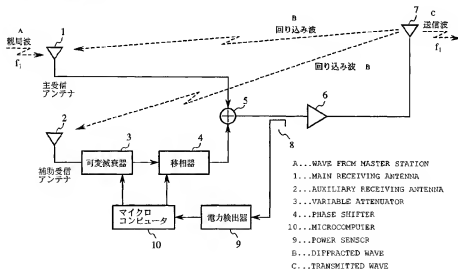
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/99308 A1

- (51) 国際特許分類: H04B 7/15 田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04018
- (22) 国際出願日: 2000年6月20日 (20.06.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長野順一 (NAGANO, Junichi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代
- (74) 代理人: 田澤博昭, 外 (TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒100-0013 東京都千代田区森が関三丁目7番1号 大東ビル7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: REPEATER

(54) 発明の名称: 中継装置



(57) Abstract: A repeater comprising a main receiving antenna (1) for receiving a wave from a master station and a diffracted wave from the station having the repeater, an auxiliary receiving antenna (2) for receiving the diffracted wave from the station, a variable attenuator (3) for varying the amplitude and phase of the signal received by the auxiliary receiving antenna (2), a phase shifter (4), a synthesizer (5) for combining the signal received by the main receiving antenna (1) and the signal from the phase shifter (4), a power sensor (9) for measuring the power of the synthesized signal from the synthesized voltage extracted by a directional coupler (8), and a microcomputer (10) for controlling the change of the amplitude made by the variable attenuator (3) and the change of the phase made by the phase shifter (4) so that the average of the synthesized power measured by the power sensor (9) may be a minimum.

[続葉有]



---

(57) 要約:

親局波及び自局からの回り込み波を受信する主受信アンテナ 1 と、自局からの回り込み波を受信する補助受信アンテナ 2 と、補助受信アンテナ 2 で受信した信号の振幅、位相を変化させる可変減衰器 3，移相器 4 と、主受信アンテナ 1 で受信した信号と、移相器 4 からの信号とを合成する合成器 5 と、方向性結合器 8 が抽出した合成電圧により合成電力を求める電力検出器 9 と、電力検出器 9 が求めた合成電力の平均値が最小になるように、可変減衰器 3 による振幅の変化と、移相器 4 による位相の変化を制御するマイコン 10 とを備えた中継装置。

## 明 細 書

## 中継装置

## 技術分野

この発明は、受信周波数と送信周波数が同一の周波数を用いた、地上放送等で使用される中継装置に関するものである。

## 背景技術

地上TV放送システムにおいては、山間部等の電波が届きにくい地域に放送電波を送出するために、中継局に中継装置を設置している。この中継装置は、親局からの放送電波を受信し増幅して再送信している。

また、デジタル地上放送の伝送方式として、欧州及び日本ではOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 方式の採用が決まっている。このOFDM方式では、同一エリア内で同じ周波数の信号を用いることができるため、SFN (Single Frequency Network: 単一周波数ネットワーク) が可能となる。

このような背景のもと、地上波デジタル放送ではSFNを構成し、周波数の有効利用を図るために、中継装置の受信周波数と送信周波数を同一にすることが検討されている。中継装置の受信周波数と送信周波数が同じ場合には、中継装置の受信アンテナには、親局電波と自局の送信電波の両方が受信されてしまい、中継装置の増幅部の発振等を生じて放送サービスが行えなくなる可能性がある。

中継装置の増幅部が発振しない条件として、親局波の受信電力Dと自局の送信波(回り込み波)の受信電力Uの間に、 $D > U$ の条件が必要と

なる。しかし、中継装置の送信電力は受信電力と比較すると十分大きい  
ため、 $D > U$  の条件を満たすことは一般には容易ではない。このため、  
回り込み波を除去し、自局の送信波の受信電力  $U$  を十分小さくする方法  
が各種提案されている。

受信アンテナを利用して回り込み波を除去する方法として、受信アン  
テナを複数用いて回り込み波をキャンセルする方式が提案されている。  
第 1 図は特開平 1 1 - 2 9 8 4 2 1 号公報に開示された従来の中継装置  
の構成を示すブロック図である。

図において、1 は親局波（周波数  $f_1$ ）及び自局からの回り込み波を  
受信する主受信アンテナ、2 は自局からの回り込み波を受信する補助受  
信アンテナ、3 は補助受信アンテナ 2 で受信した受信信号の振幅を予め  
設定された減衰率で変化させる可変減衰器、4 は可変減衰器 3 から出力  
された信号の位相を予め設定された位相量だけ変化させる移相器、5 は  
主受信アンテナ 1 により受信した親局波の信号及び回り込み波の信号と  
移相器 4 からの信号とを合成する合成器、6 は合成器 5 からの信号を増  
幅する増幅部、7 は増幅部 6 からの信号により自局の送信波（周波数  $f_1$ ）  
を送信する送信アンテナである。

次に動作について説明する。

主受信アンテナ 1 は親局方向に指向性を持っており、主に親局波を受  
信するが、自局の送信アンテナ 7 からの回り込み波も混入している。親  
局波と回り込み波が混合した受信信号は合成器 5 に入力される。補助受  
信アンテナ 2 は送信アンテナ 7 の方向を向いており、自局の送信アン  
テナ 7 からの回り込み波を受信する。可変減衰器 3 は予め設定された減衰  
率で受信信号の振幅を変化させ、移相器 4 は予め設定された位相量だけ  
受信信号の位相を変化させて合成器 5 に出力する。

合成器 5 は、主受信アンテナ 1 で受信された親局波と回り込み波の混

合波の信号と、補助受信アンテナ 2 で受信され、振幅と位相が調整された回り込み波の信号を合成する。このとき、主受信アンテナ 1 で受信された回り込み波の信号と、補助受信アンテナ 2 で受信された回り込み波の信号を、同振幅で逆位相で合成するように、可変減衰器 3 の減衰率と移相器 4 の位相量を設定しておけば、回り込み波の信号はキャンセルされ、合成器 5 の出力は親局波成分の信号のみとなる。

従来の中継装置は以上のように構成されているので、風雪等による環境変化によって、主受信アンテナ 1，補助受信アンテナ 2，送信アンテナ 7 の特性変化が変化すると、合成器 5 に入力される 2 つの回り込み波が同振幅で逆位相であるという条件がくずれてしまい、回り込み波を完全には除去できないという課題があった。

また、環境変化に自動追従させようとした場合、上記公報に示すように、回り込み波を識別するために、送信アンテナ 7 から送信される自局の送信波に、自局識別信号を重畳しなければならないという課題があった。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、自局識別信号を重畳することなく、風雪等による環境変化に追従して回り込み波をキャンセル可能な中継装置を得ることを目的とする。

#### 発明の開示

この発明に係る中継装置は、親局波を受信し増幅して、上記親局波と同一周波数の送信波を送信するものにおいて、上記親局波及び自局からの回り込み波を受信する主受信アンテナと、上記自局からの回り込み波を受信する補助受信アンテナと、上記補助受信アンテナで受信した回り込み波の信号の振幅を変化させる可変減衰器と、上記回り込み波の信号の位相を変化させる移相器と、上記主受信アンテナで受信した親局波の

信号及び自局からの回り込み波の信号と、上記可変減衰器により振幅の変化を受け、上記移相器により位相の変化を受けた信号とを合成する合成器と、上記合成器から出力される合成電圧を抽出する方向性結合器と、上記方向性結合器が抽出した合成電圧より合成電力を求める電力検出器と、上記電力検出器が求めた合成電力の平均値が最小になるように、上記可変減衰器による振幅の変化と、上記移相器による位相の変化を制御するマイコンとを備えたものである。

このことにより、環境変化に追従して回り込み波をキャンセルできるという効果がある。

この発明に係る中継装置は、マイコンからの指示に基づき、電源投入時に自局からの送信波の出力を制御する出力制御器を備えたものである。

このことにより、中継装置の電源投入時に、中継装置が発振するのを抑制することができるという効果がある。

この発明に係る中継装置は、マイコンが、電力検出器が求めた合成電力の最小値を求めることにより、可変減衰器及び移相器の初期動作点を自動で検出するものである。

このことにより、中継装置の設置時に、回り込み波の振幅と位相を測定して、可変減衰器及び移相器の初期動作点を求めることが不要となるという効果がある。

この発明に係る中継装置は、マイコンが可変減衰器及び移相器の初期動作点を自動で検出する際に、上記マイコンからの指示に基づき、自局からの送信波の出力を制御する出力制御器を備えたものである。

このことにより、マイコンにより初期動作点を自動検出している際に、中継装置が発振するのを抑制することができるという効果がある。

## 図面の簡単な説明

第 1 図は従来の中継装置の構成を示すブロック図である。

第 2 図はこの発明の実施の形態 1 による中継装置の構成を示すブロック図である。

第 3 図はこの発明の実施の形態 2 による可変減衰器の減衰率を変化させたときの合成電力の平均値の変化特性を示す図である。

第 4 図はこの発明の実施の形態 2 による移相器がシフトする位相量を変化させたときの合成電力の平均値の変化特性を示す図である。

第 5 図はこの発明の実施の形態 3 による中継装置の構成を示すブロック図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

### 実施の形態 1.

第 2 図はこの発明の実施の形態 1 による中継装置の構成を示すブロック図である。図において、8 は合成器 5 から出力される合成電圧を抽出する方向性結合器、9 は方向性結合器 8 が抽出した合成電圧により合成電力を求める電力検出器、10 は電力検出器 9 が求めた合成電力の平均値が最小になるように、可変減衰器 3 の減衰率及び移相器 4 がシフトする位相量を制御するマイコンである。その他は従来の第 1 図に示す構成と同等である。

次に動作について説明する。

方向性結合器 8 は合成器 5 から出力される合成電圧を抽出し、電力検出器 9 は方向性結合器 8 が抽出した合成電圧より合成電力を求め、求めた合成電力をマイコン 10 に入力する。



主受信アンテナ 1 に入力される親局波の電圧  $V_{x1}$  を、

$$V_{x1} = V_d f(t) \quad (1)$$

とすると、主受信アンテナ 1 に入力される回り込み波の電圧  $V_{x2}$  は、

$$V_{x2} = V_{t1} e^{j\theta_1} f(t - \Delta t) \quad (2)$$

となる。ここで、 $V_d$  は親局波の平均電圧、 $V_{x1}$  は主受信アンテナ 1 に入力される回り込み波の平均電圧、 $\theta_1$  は主受信アンテナ 1 に入力される回り込み波の位相で、 $\Delta t$  は、親局波を受信してからこの中継装置を通り送信アンテナ 7 から送信されて、主受信アンテナ 1 又は補助受信アンテナ 2 に入力されるまでに要する時間であり、TV 中継装置の場合には、通常  $1 \mu s$  以上である。

同様に、補助受信アンテナ 2 に入力される回り込み波の電圧  $V_{x2}$  は、

$$V_{x2} = V_{t2} e^{j\theta_2} f(t - \Delta t) \quad (3)$$

となる。ここで、 $V_{x2}$  は補助受信アンテナ 2 に入力される回り込み波の平均電圧、 $\theta_2$  は補助受信アンテナ 2 に入力される回り込み波の位相である。

そこで、主受信アンテナ 1 に受信される電圧  $V_x$  は

$$V_x = V_{x1} + V_{x2} = V_d f(t) + V_{t1} e^{j\theta_1} f(t - \Delta t) \quad (4)$$

となる。

補助受信アンテナ 2 に入力される回り込み波の電圧  $V_{x2}$  が、可変減衰器 3 により振幅が  $\alpha$  倍（減衰率が  $\alpha$ ）、移相器 4 により位相が  $\phi$  の変化を受ける（シフトする位相量が  $\phi$ ）とすれば、合成器 5 から出力される合成電圧  $V_0$  は、

$$V_0 = V_d f(t) + (V_{t1} e^{j\theta_1} + \alpha V_{t2} e^{j(\theta_2 + \phi)}) f(t - \Delta t) \quad (5)$$

となる。そして、電力検出器 9 は合成電圧  $V_0$  を 2 乗して合成電力を求める。

$$V_0^2 = V_d^2 f^2(t) + (V_{v1} e^{j\theta_1} + \alpha V_{v2} e^{j(\theta_2 + \phi)})^2 f^2(t - \Delta t) + 2 V_d (V_{v1} e^{j\theta_1} + \alpha V_{v2} e^{j(\theta_2 + \phi)}) f(t) f(t - \Delta t) \quad (6)$$

となる。

ここで、地上波デジタル放送のOFDMの性質から、 $\Delta t \geq 1 \mu s$ の条件下では、 $f(t) f(t - \Delta t)$ の平均値は0となるため、

$$|V_0^2| = |V_d^2 f^2(t)| + |(V_{v1} e^{j\theta_1} + \alpha V_{v2} e^{j(\theta_2 + \phi)})^2 f^2(t - \Delta t)| \quad (7)$$

となる。なお、 $|a|$ はaの平均値を示す。この合成電力の平均値を求めるのは、電力検出器9が求めてマイコン10に出力しても良いし、マイコン10が求めても良い。

そして、回り込み波をキャンセルするためには、可変減衰器3の減衰率 $\alpha$ の設定は下記となる。

$$V_{v1} = \alpha V_{v2} \quad \rightarrow \quad \alpha = V_{v1} / V_{v2} \quad (8)$$

また、移相器4の位相量 $\phi$ の設定は下記となる。

$$\theta_2 + \phi = \theta_1 + \pi \quad \rightarrow \quad \phi = \theta_1 - \theta_2 + \pi \quad (9)$$

この(9)式の条件が満足しているとき、

$$e^{j(\theta_2 + \phi)} = e^{j(\theta_1 + \pi)} = e^{j\theta_1} e^{j\pi} = -e^{j\theta_1}$$

となり、さらに(8)式の条件を満足していれば、(7)式の第2項は0となり、合成器5から出力される合成電圧には、回り込み波がキャンセルされていることがわかる。

以上のことから、合成電力の平均値 $|V_0^2|$ が最小値となる可変減衰器3の減衰率 $\alpha$ 及び移相器4のシフトする位相量 $\phi$ を、それぞれの動作点とすると、回り込み波をキャンセルしている状態であることがわかる。

以上のように、この実施の形態1によれば、風雪等により環境が変化

した場合には、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  が最小になるように、マイコン 10 により、可変減衰器 3 の減衰率及び移相器 4 がシフトする位相量を制御することで、環境変化に追従して回り込み波をキャンセルできるという効果が得られる。なお、このアルゴリズムによれば、回り込み波を識別するための自局識別信号を重畳する必要はない。

## 実施の形態 2.

上記実施の形態 1 では、可変減衰器 3 及び移相器 4 の初期動作点が、中継装置の設置時に設定されていることを前提とし、環境が変化した場合にも追従可能であることを示したが、初期動作点を自動的に求めることも可能である。

第 3 図は可変減衰器 3 の減衰率  $\alpha$  を変化させたときの合成電力の平均値  $|V_0^2|$  の変化特性を示す図である。第 3 図に示すとおり、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  は可変減衰器 3 の減衰率  $\alpha$  の 2 次曲線となり、回り込み波をキャンセルする動作点は、第 3 図において、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  が最小となるところである。そこで、電源投入時等に、マイコン 10 により減衰率  $\alpha$  を少しずつ変化させて最小点を見つければ良い。

第 4 図は移相器 4 がシフトする位相量  $\phi$  を変化させたときの合成電力の平均値  $|V_0^2|$  の変化特性を示す図である。第 4 図に示すとおり、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  はシフトする位相量  $\phi$  のコサイン曲線となり、回り込み波をキャンセルする動作点は、第 4 図において、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  が最小となるところである。そこで上記と同様にして、マイコン 10 によりシフトする位相量  $\phi$  を少しずつ変化させて最小点を見つければ良い。

以上のように、この実施の形態 2 によれば、マイコン 10 により、合成電力の平均値  $|V_0^2|$  が最小となる初期動作点を自動的に求めること

が可能となるため、中継装置の設置時に、回り込み波の振幅と位相を測定して、可変減衰器 3 及び移相器 4 の動作点を求めることが不要となるという効果が得られる。

### 実施の形態 3.

上記実施の形態 1 では、可変減衰器 3 及び移相器 4 の初期動作点を、中継装置の設置時に測定により求めて設定しておくことを前提にしていたが、測定誤差等のため、いきなり電源を投入すると回り込み波を十分にキャンセルすることができず、中継装置が発振する可能性がある。

また、上記実施の形態 2 では、可変減衰器 3 及び移相器 4 の初期動作点を、マイコン 10 により自動検出しているが、検出中は回り込み波を十分にキャンセルすることができず、同様に中継装置が発振する可能性がある。

第 5 図はこの発明の実施の形態 3 による中継装置の構成を示すブロック図であり、図において、11 は増幅器 6 からの出力をマイコン 10 により制御して送信アンテナ 7 に出力する出力制御器である。

次に動作について説明する。

中継装置の電源投入時は、マイコン 10 により出力制御器 11 の出力をゼロにし、中継装置から送信波を出力しないよう制御し、そのときの電力検出器 9 の出力値をマイコン 10 で保持しておく。この値は回り込み波がないので、親局波の受信レベルを示している。その後、マイコン 10 により出力制御器 11 を制御し、中継装置の出力レベルを少しずつ上げていくことで規定出力レベルにすれば、中継装置の発振を回避することができる。

このとき、電力検出器 9 で検出される電力が、先にマイコン 10 が保持した値に対し、予め設定したしきい値（しきい値はマイコン 10 が保

持した値の1.0～2.0倍の範囲内の値に設定する)以上になるときは、可変減衰器3及び移相器4の設定がずれており、回り込み波がキャンセルされていないことを示している。この場合は、出力制御器11により中継装置の出力をその点で固定し、環境変化の場合と同様にして、マイコン10にて最適動作点を探したうえで、中継装置の出力を上げていけば良い。

また、可変減衰器3及び移相器4の初期動作点を、マイコン10を用いて自動検出中は、マイコン10からの指示に基づき、出力制御器11の出力レベルを規定出力レベルに対し、0.5倍以下の適当なレベルに固定しておけば、中継装置の発振条件を満足しないので発振を回避できる。

以上のように、この実施の形態3によれば、マイコン10の制御に基づき、出力制御器11により中継装置の出力レベルを制御することで、中継装置の電源投入時や、マイコン10により初期動作点を自動検出している際に、中継装置が発振するのを抑制することができるという効果が得られる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る中継装置は、受信した親局波と同一の周波数の送信波を送信するもので、風雪等による環境変化に追従して回り込み波をキャンセルするのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 親局波を受信し増幅して、上記親局波と同一周波数の送信波を送信する中継装置において、

上記親局波及び自局からの回り込み波を受信する主受信アンテナと、

上記自局からの回り込み波を受信する補助受信アンテナと、

上記補助受信アンテナで受信した回り込み波の信号の振幅を変化させる可変減衰器と、

上記回り込み波の信号の位相を変化させる移相器と、

上記主受信アンテナで受信した親局波の信号及び自局からの回り込み波の信号と、上記可変減衰器により振幅の変化を受け、上記移相器により位相の変化を受けた信号とを合成する合成器と、

上記合成器から出力される合成電圧を抽出する方向性結合器と、

上記方向性結合器が抽出した合成電圧より合成電力を求める電力検出器と、

上記電力検出器が求めた合成電力の平均値が最小になるように、上記可変減衰器による振幅の変化と、上記移相器による位相の変化を制御するマイコンとを

備えたことを特徴とする中継装置。

2. マイコンからの指示に基づき、電源投入時に自局からの送信波の出力を制御する出力制御器を

備えたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の中継装置。

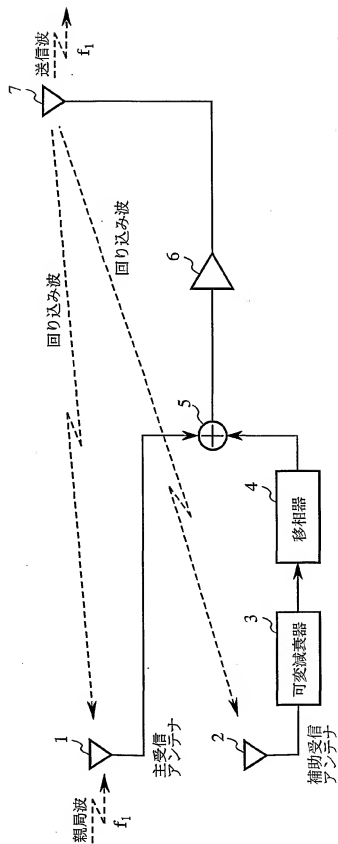
3. マイコンが、電力検出器が求めた合成電力の最小値を求めることにより、可変減衰器及び移相器の初期動作点を自動で検出する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の中継装置。

4. マイコンが可変減衰器及び移相器の初期動作点を自動で検出する際に、上記マイコンからの指示に基づき、自局からの送信波の出力を制御する出力制御器を

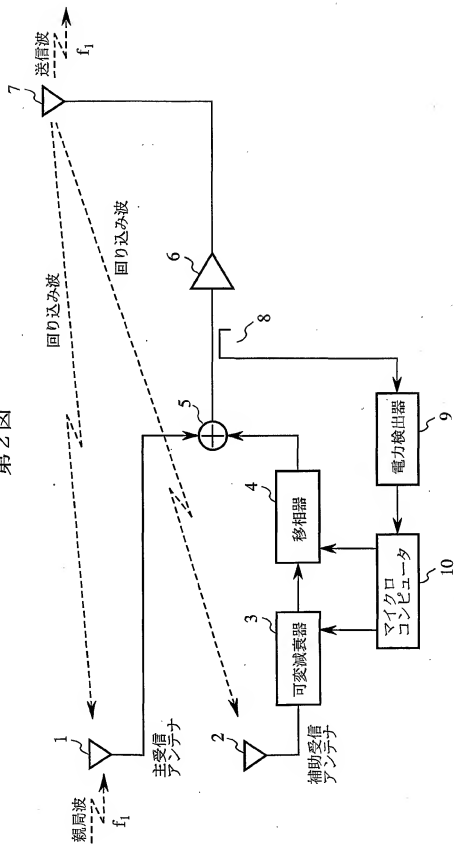
備えたことを特徴とする請求の範囲第 3 項記載の中継装置。

第1図

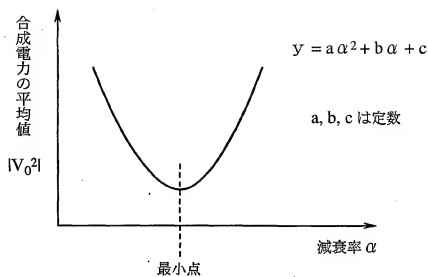




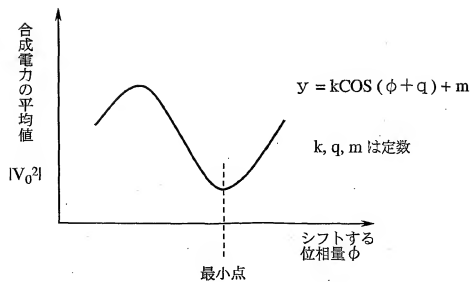
第2図



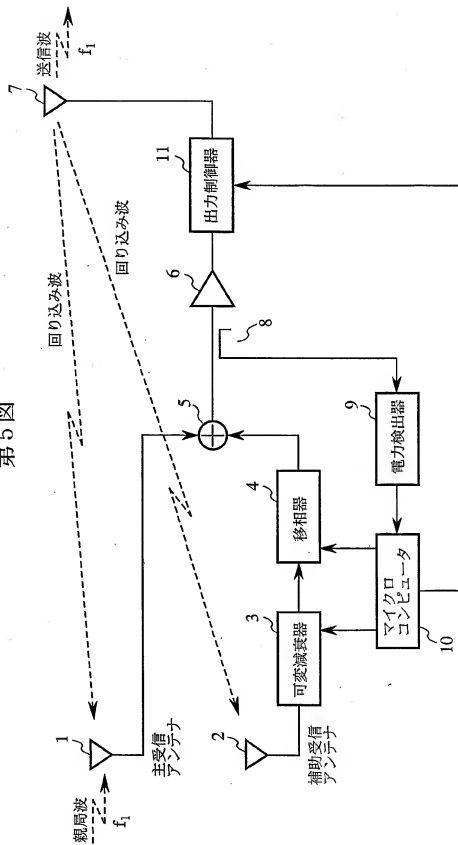
第3図



第4図



第5図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04018

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04B 7/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04B 7/14-7/22, H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS (in Japanese)

IEEE/IEE Electronic Library (in English)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-298421 A (Nippon Hoso Kyokai), 29 October, 1999 (29.10.99), (Family: none)	1-4
A	Kouji KAWASHIMA et al., "Chiyo-ha Digital TV Housou no SFN Chuukei ni okeru Mawarikomi-ha Cancellor", Denshi Joho Tsuushin Gakkai Gihou IT 98-11 (May, 1998)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 August, 2000 (16.08.00)Date of mailing of the international search report  
29 August, 2000 (29.08.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B 7/15

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B 7/14-7/22  
H04J11/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

## 国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS (日本語)

IEEE/IEE Electronic Library (英語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 11-298421, A (日本放送協会) 29.10月.1999 (29.10.99) (ファミリーなし)	1-4
A	川島孝司、中川正雄 "地上波デジタルTV放送のSFN中継 における廻り込み波キャンセラー" 電子情報通信学会信学技報 IT98-11 (1998年5月)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に依拠する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.08.00

国際調査報告の発送日

29.08.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

望月 章俊

電話番号 03-35581-1101

内線 3534

5 J 4101



US00688881B1

**(12) United States Patent**  
**Nagano****(10) Patent No.: US 6,888,881 B1**  
**(45) Date of Patent: May 3, 2005****(54) REPEATER****(75) Inventor:** Junichi Nagano, Tokyo (JP)**(73) Assignee:** Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha, Tokyo (JP)**(\*) Notice:** Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 633 days.**(21) Appl. No.:** 10/049,906**(22) PCT Filed:** Jun. 20, 2000**(86) PCT No.:** PCT/JP00/04018

§ 371 (c)(1),

(2), (4) Date: Feb. 20, 2002

**(87) PCT Pub. No.:** WO01/99308

PCT Pub. Date: Dec. 27, 2001

**(51) Int. Cl.:** H04B 3/36; H04B 7/15**(52) U.S. Cl.:** 375/211; 370/274; 370/315; 379/338; 455/7**(58) Field of Search:** 375/211, 214; 455/7, 13.3, 23; 370/315, 274; 379/338**(56) References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

4,701,935 A \* 10/1987 Namiki ..... 375/214

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**EP 0 801 474 10/1997  
JP 11-298421 10/1999**OTHER PUBLICATIONS**Kouji Kawashima et al.: "Chijo-ha Digital TV Housou no SFN Chuukci ni okeru Mawarikomi-Ia Canceller" Denshi Joho Tsushin Gakkai Gihou Ji 98-11 May 1998.  
H. Suzuki, et al., Vehicular Technology Conference, pp. 1516-1520, XP-010353231, "A Booster Configuration with Adaptive Reduction of Transmitter-Receiver Antenna Coupling for Pager Systems", Sep. 19, 1999.  
Patent Abstracts of Japan, JP 11-298421, Oct. 29, 1999.

\* cited by examiner

Primary Examiner—Tcmcsghcn Gbcbctnsiac

(74) Attorney, Agent, or Firm—Obion, Spivak, McClelland, Maier &amp; Neustadt, P.C.

**(57) ABSTRACT**

A relay station is composed of a main reception antenna 1 for receiving both a radio wave of a parent station and a go-around radio wave of a relay station, a subsidiary reception antenna 2 for receiving the go-around radio wave of the relay station, a changeable attenuator 3 and a phase shifting unit 4 for changing an amplitude and phase of a signal received in the subsidiary reception antenna 2, a composite signal producing unit 5 for producing a composite signal from a signal received in the main reception antenna 1 and the signal sent from the phase shifting unit 4, an electric power detecting unit 9 for obtaining a composite electric power from a composite voltage extracted in a directivity coupling unit 8, and a microcomputer 10 for controlling a change of amplitude in the changeable attenuator 3 and a change of phase in the phase shifting unit 4 so as to minimize an average value of the composite electric power obtained in the electric power detecting unit 9.

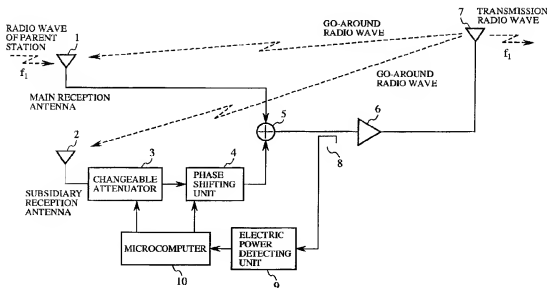
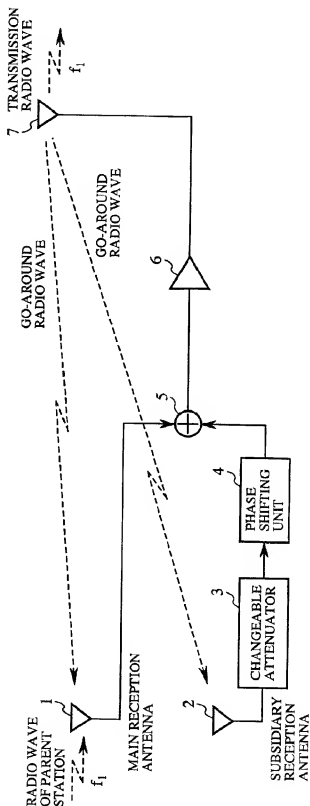
**4 Claims, 4 Drawing Sheets**

FIG. 1



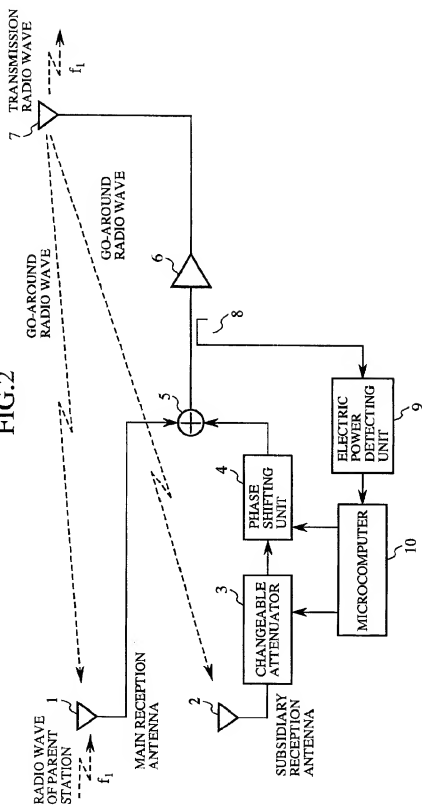




FIG.3

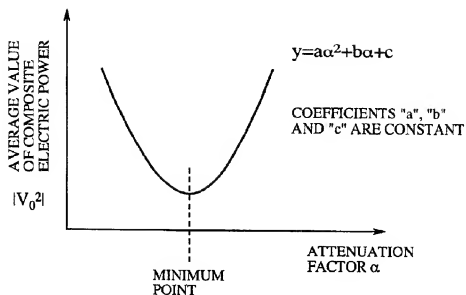


FIG.4

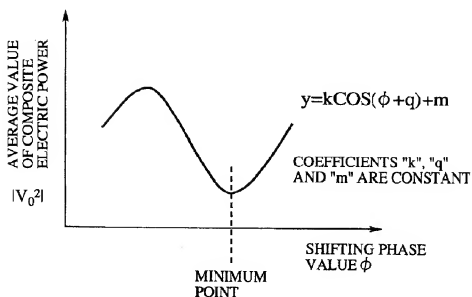
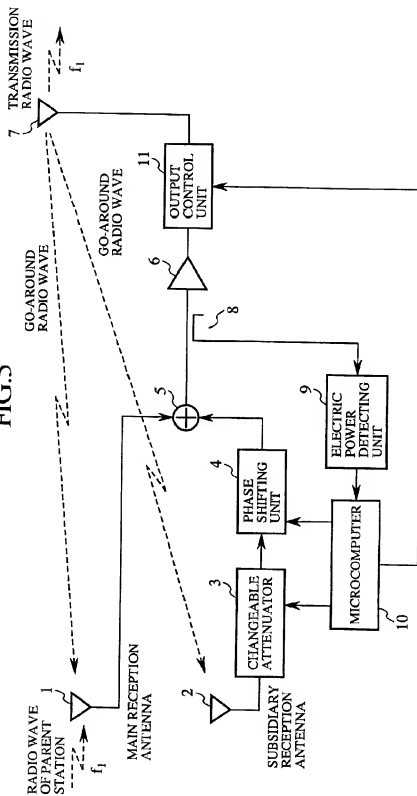


FIG. 5



# 1 REPEATER

## TECHNICAL FIELD

The present invention relates to a relay device for terrestrial broadcasting in which both a reception frequency and a transmission frequency having the same value as each other are used.

## BACKGROUND ART

In a terrestrial television broadcasting system, a relay device is installed in a relay station to send out a broadcast radio wave to regions such as a mountainous region in which it is difficult to receive the broadcast radio wave. In this relay device, a broadcast radio wave transmitted from a parent station is received, amplified and again sent out.

Also, the adoption of an orthogonal frequency division multiplex (OFDM) method is determined in Europe and Japan as a transmission method of digital terrestrial broadcasting. In this OFDM method, because a plurality of signals having the same frequency as each other can be used in an area, a single frequency network (SFN) can be used.

Therefore, it is studied to prepare the SFN in the terrestrial digital broadcasting, and it is studied to use the reception frequency and the transmission frequency having the same value as each other in a relay device so as to efficiently use the frequency. In cases where the reception frequency and the transmission frequency in a relay device of a relay station are the same as each other, both a radio wave transmitted from a parent station and a radio wave transmitted from the relay station are received in a reception antenna of the relay device. In this case, there is a possibility that a signal is oscillated in an amplifying unit of the relay device and a broadcast service cannot be performed.

To prevent the oscillation of the amplifying unit of the relay device of the relay station, it is required that a received electric power D of the radio wave received in the parent station and a received electric power U of a transmission radio wave (or a go-around radio wave) of the relay station satisfy a condition  $D > U$ . However, because the electric power of the radio wave transmitted from the relay device is sufficiently higher than the electric power of the radio wave received in the relay device, it is not generally easy that the condition  $D > U$  is satisfied. Therefore, various methods have been proposed to remove the go-around radio wave and to sufficiently reduce the received electric power U of the transmission radio wave of the relay station.

As a method of removing the go-around radio wave by using a reception antenna, a method of canceling-out the go-around radio wave by using a plurality of reception antennas has been proposed. FIG. 1 is a block diagram showing the configuration of a conventional relay device disclosed in Published Unexamined Japanese Patent Application No. H11-298421 (1999).

In FIG. 1, 1 indicates a main reception antenna for receiving both a radio wave (of a frequency  $f_1$ ) transmitted from a parent station and a go-around radio wave of a relay station in which the relay device is installed. 2 indicates a subsidiary reception antenna for receiving the go-around radio wave of the relay station. 3 indicates a changeable attenuator for changing an amplitude of a reception signal of the go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2 by a preset attenuation factor. 4 indicates a phase shifting unit (or phase shifter) for changing a phase of a signal output from the changeable attenuator 3 by a preset

2

shifting phase value. 5 indicates a composite signal producing unit (or composite signal producer) for producing a composite signal from both a signal of the radio wave of the parent station and a signal of the go-around radio wave received in the main reception antenna 1 and the signal sent from the phase shifting unit 4. 6 indicates an amplifying unit for amplifying the composite signal produced in the composite signal producing unit 5. 7 indicates a transmission antenna for transmitting a transmission radio wave (of the frequency  $f_1$ ) of the relay station according to the composite signal amplified in the amplifying unit 6.

Next, an operation will be described below.

The main reception antenna 1 has a directivity in the direction of the parent station, and the radio wave transmitted from the parent station is received in the main reception antenna 1. Also, a go-around radio wave transmitted from the transmission antenna 7 of the relay station is mixed with the radio wave of the parent station and is received in the main reception antenna 1. A reception signal composed of a mixture of the radio wave of the parent station and the go-around radio wave is received in the composite signal producing unit 5. The subsidiary reception antenna 2 is directed towards the transmission antenna 7, and the go-around radio wave transmitted from the transmission antenna 7 of the relay station is received in the subsidiary reception antenna 2. An amplitude of a reception signal of the go-around radio wave is changed by a preset attenuation factor in the changeable attenuator 3. A phase of a signal received in the phase shifting unit 4 is changed by a preset shifting phase value, and the signal is output to the composite signal producing unit 5.

In the composite signal producing unit 5, a composite signal is produced from a signal of a mixture of the radio wave of the parent station and the go-around radio wave received in the main reception antenna 1 and a signal of the go-around radio wave which is received in the subsidiary reception antenna 2 and of which the amplitude and the phase are adjusted. In this case, the attenuation factor of the changeable attenuator 3 and the shifting phase value of the phase shifting unit 4 are set so as to produce a composite signal from a signal of the go-around radio wave received in the main reception antenna 1 and a signal of the go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2 having the same amplitude as each other at phases opposite to each other. Therefore, the signal of the go-around radio wave is canceled out in the composite signal, and the output of the composite signal producing unit 5 is composed of the composite signal of only the radio wave component of the parent station.

Because the conventional relay device has the above-described configuration, when characteristics of the main reception antenna 1, the subsidiary reception antenna 2 and/or the transmission antenna 7 are changed due to a change of the environment caused by wind, snow or the like, the two go-around radio waves received in the composite signal producing unit 5 do not have the same amplitude as each other at the phases opposite to each other. Therefore, a problem has arisen that the go-around radio wave cannot be completely removed from the composite signal.

Also, in cases where the conventional relay device is set so as to be automatically adapted for the change of the environment, it is required to distinguish the go-around radio wave from the radio wave of the parent station. Therefore, as is described in the patent application, another problem has arisen that it is required to superpose a relay station identification signal on the transmission radio wave of the relay station transmitted from the transmission antenna 7.

The present invention is provided to solve the above-described problem, and the object of the present invention is to provide a relay device in which a go-around radio wave can be canceled out without the superposition of a relay station identification signal while being adapted for a change of the environment caused by wind or snow.

#### DISCLOSURE OF THE INVENTION

A relay device according to the present invention, in which a radio wave of a parent station is received and amplified and a transmission radio wave having the same frequency as that of the radio wave of the parent station is transmitted, comprises a main reception antenna for receiving both the radio wave of the parent station and a go-around radio wave of a relay station, a subsidiary reception antenna for receiving the go-around radio wave of the relay station, a changeable attenuator for changing an amplitude of a signal of the go-around radio wave received by the subsidiary reception antenna, a phase shifter for changing a phase of the signal of the go-around radio wave received by the subsidiary reception antenna, a composite signal producer for producing a composite signal from a signal of the radio wave of the parent station received by the main reception antenna, the signal of the go-around radio wave of the relay station and the signal of which the amplitude is changed by the changeable attenuator and the phase is changed by the phase shifter, a directivity coupler for extracting a composite voltage of the composite signal output from the composite signal producer, an electric power detector for obtaining a composite electric power from the composite voltage extracted by the directivity coupler, and a microcomputer for controlling both a change of the amplitude performed by the changeable attenuator and a change of the phase performed by the phase shifter so as to minimize an average value of the composite electric power obtained by the electric power detector.

Therefore, the go-around radio wave can be cancelled while the relay device is adapted for a change of an environment of the relay device.

The relay device according to the present invention further comprises an output controller for controlling an output of the transmission radio wave transmitted from the relay station according to an instruction of the microcomputer when the supply of an electric power is started.

Therefore, the oscillation occurring in the relay device can be suppressed when the supply of an electric power to the relay device is started.

In the relay device according to the present invention, an initial operation point of the changeable attenuator and an initial operation point of the phase shifter are automatically detected by the microcomputer by obtaining a minimum value of the composite electric power obtained by the electric power detector.

Therefore, the detection of initial operation points of both the changeable attenuator and the phase shifter performed by measuring the amplitude and phase of the go-around radio wave is not required.

The relay device according to the present invention further comprises an output controller for controlling an output of the transmission radio wave transmitted from the relay station according to an instruction of the microcomputer when an initial operation point of the changeable attenuator and an initial operation point of the phase shifter are automatically detected by the microcomputer.

Therefore, the oscillation occurring in the relay device can be suppressed during the automatic detection of the initial operation points performed by the microcomputer.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a block diagram showing the configuration of a conventional relay device.

FIG. 2 is a block diagram showing the configuration of a relay device according to a first embodiment of the present invention.

FIG. 3 is a view showing a characteristic of a change of an average value of a composite electric power due to a change of an attenuation factor of a changeable attenuator according to a second embodiment of the present invention.

FIG. 4 is a view showing a characteristic of a change of an average value of a composite electric power due to a change of a value of a phase shifted in a phase shifting unit according to the second embodiment of the present invention.

FIG. 5 is a block diagram showing the configuration of a relay device according to a third embodiment of the present invention.

#### BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

Hereinafter, the best mode for carrying out the present invention will now be described with reference to the accompanying drawings to explain the present invention in more detail.

##### Embodiment 1

FIG. 2 is a block diagram showing the configuration of a relay device according to a first embodiment of the present invention. In FIG. 2, 8 indicates a directivity coupling unit (or directivity coupler) for extracting a composite voltage of the composite signal output from the composite signal producing unit 5. 9 indicates an electric power detecting unit (or electric power detector) for obtaining a composite electric power from the composite voltage extracted in the directivity coupling unit 8. 10 indicates a microcomputer for controlling an attenuation factor of the changeable attenuator 3 and a shifting phase value of the phase shifting unit 4 so as to minimize an average value of the composite electric power obtained in the electric power detecting unit 9. The other constitutional elements are the same as or equivalent to those of the conventional relay device shown in FIG. 1.

Next, an operation will be described below.

A composite voltage output from the composite signal producing unit 5 is extracted in the directivity coupling unit 8, a composite electric power is obtained in the electric power detecting unit 9 from the composite voltage extracted in the directivity coupling unit 8, and the composite electric power is input to the microcomputer 10.

A voltage  $V_{M1}$  of a radio wave of a parent station received in the main reception antenna 1 is expressed according to an equation (1).

$$V_{M1} = V_d f(t) \quad (1)$$

In this case, a voltage  $V_{M2}$  of a go-around radio wave received in the main reception antenna 1 is expressed according to an equation (2).

$$V_{M2} = V_{L1} e^{j\theta_1} f(t - \Delta t) \quad (2)$$

Here,  $V_d$  denotes an average voltage of the radio wave of the parent station,  $V_{L1}$  denotes an average voltage of the go-around radio wave received in the main reception antenna 1,  $\theta_1$  denotes a phase of the go-around radio wave received in the main reception antenna 1, and  $\Delta t$  denotes a

5

time period from the reception of the radio wave of the parent station to the reception of the go-around radio wave in the main reception antenna 1 or the subsidiary reception antenna 2 through the processing of the radio wave in the relay device and the transmission of the go-around radio wave from the transmission antenna 7. In case of a television relay device, the time period  $\Delta t$  is normally equal to or higher than 1  $\mu$ s.

In the same manner, a voltage  $V_{c2}$  of a go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2 is expressed according to an equation (3).

$$V_{c2} = V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t)} \quad (3)$$

Here,  $V_{c2}$  denotes an average voltage of the go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2, and  $\Delta t$  denotes a phase of the go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2.

Therefore, the voltage  $V_0$  received in the main reception antenna 1 is expressed according to an equation (4).

$$V_0 = V_{c1} + V_{c2} = V_{c1} e^{j(\omega t - \Delta t)} + V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t)} \quad (4)$$

In cases where an amplitude of a signal corresponding to the voltage  $V_{c2}$  of the go-around radio wave received in the subsidiary reception antenna 2 is changed by  $\alpha$  times (or an attenuation factor  $\alpha$ ) in the changeable attenuator 3 and a phase of the signal of the voltage  $V_{c2}$  is changed by  $\phi$  (or a shifting phase value  $\phi$ ) in the phase shifting unit 4, an composite voltage  $V_0$  output from the composite signal producing unit 5 is expressed according to an equation (5).

$$V_0 = V_{c1} f(t) + (V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t)} + \alpha V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t + \phi)}) f(t - \Delta t) \quad (5)$$

Thereafter, the composite voltage  $V_0$  is squared in the electric power detecting unit 9 to obtain a composite electric power.

$$V_0^2 = V_{c1}^2 f^2(t) + (V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t)} + \alpha V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t + \phi)})^2 f^2(t - \Delta t) + 2V_{c1} V_{c20} e^{j\phi} + \alpha V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t + \phi)} f(t) f(t - \Delta t) \quad (6)$$

Here, when the condition  $\Delta t > 1 \mu$ s is satisfied, an average of  $f(t)$   $f(t - \Delta t)$  is equal to 0 due to the characteristics of the OFDM method of the terrestrial digital broadcasting. Therefore, an average value of the composite electric power is obtained according to an equation (7).

$$|V_0^2| = |V_{c1}^2 f^2(t) + (V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t)} + \alpha V_{c20} e^{j(\omega t - \Delta t + \phi)})^2 f^2(t - \Delta t)| \quad (7)$$

Here,  $|a|$  denotes an average of the symbol "a". In this case, it is applicable that the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power be obtained in the electric power detecting unit 9 and be output to the microcomputer 10. Also, it is applicable that the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power be obtained in the microcomputer 10.

Also, to cancel the go-around radio wave, the attenuation factor  $\alpha$  of the changeable attenuator 3 is set according to an equation (8).

$$V_{c2} = \alpha V_{c1} \rightarrow \alpha = V_{c1} / V_{c2} \quad (8)$$

Also, the shifting phase value  $\phi$  of the phase shifting unit 4 is set according to an equation (9).

$$0.2 + \phi - 0.1\pi \rightarrow \phi = 0.1 - 0.2\pi \quad (9)$$

When the condition of the equation (9) is satisfied,

$$e^{j(\phi - 0.1\pi)} = e^{j(0.1 - 0.2\pi - 0.1\pi)} = e^{-j0.1\pi}$$

is obtained. Also, when the condition of the equation (8) is satisfied, the second term of the equation (7) is equal to 0.

6

Therefore, it is realized that the go-around radio wave is canceled out in the composite voltage output from the composite signal producing unit 5.

As is described above, in cases where the attenuation factor  $\alpha$  of the changeable attenuator 3 and the shifting phase value  $\phi$  of the phase shifting unit 4 are set as operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 so as to minimize the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power, it is realized that the relay device is set to a state of the canceling-out of the go-around radio wave.

Accordingly, in the first embodiment, in cases where the environment of the relay device is changed due to wind or snow, the attenuation factor of the changeable attenuator 3 and a degree of phase shifted in the phase shifting unit 4 are controlled by the microcomputer 10 so as to minimize the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power. Therefore, the go-around radio wave can be canceled out while being adapted for a change of the environment. Also, in this algorithm, it is not required to superpose a relay device identification signal identifying the go-around radio wave on the transmission radio wave of the relay station.

#### Embodiment 2

In the first embodiment, on the assumption that initial operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 are set when the relay device is installed in the relay station, the relay device is operated while being adapted for a change of the environment. However, it is possible to automatically obtain the initial operation points.

FIG. 3 is a view showing a characteristic of a change of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power due to a change of the attenuation factor  $\alpha$  of the changeable attenuator 3. As shown in FIG. 3, a change of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power with respect to the attenuation factor  $\alpha$  of the changeable attenuator 3 is expressed by a quadratic curve, and an operation point corresponding to the canceling-out of the go-around radio wave is placed at a point of FIG. 3 at which the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power is minimized. Therefore, when the supply of an electric power to the relay device is started, the minimum point of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power is detected while changing the attenuation factor  $\alpha$  little by little by using the microcomputer 10.

FIG. 4 is a view showing a characteristic of a change of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power due to a change of the value  $\phi$  of the phase shifted in the phase shifting unit 4. As shown in FIG. 4, a change of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power with respect to the shifting phase value  $\phi$  is expressed by a cosine curve, and an operation point corresponding to the canceling-out of the go-around radio wave is placed at a point of FIG. 4 at which the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power is minimized. Therefore, in the same manner as in the above case, the minimum point of the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power is detected while changing the phase shifting value  $\phi$  little by little by using the microcomputer 10.

As is described above, in the second embodiment, the initial operation point, at which the average value  $|V_0^2|$  of the composite electric power is minimized, can be automatically detected. Therefore, when the relay device is installed in the relay station, it is not required to set operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 by measuring the amplitude and phase of the go-around radio wave.

## Embodiment 3

In the first embodiment, when the relay device is installed in the relay station, the initial operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 are measured and set. However, when the supply of an electric power to the relay device is suddenly started, the go-around radio wave cannot be sufficiently canceled out due to measurement errors of the initial operation points. Therefore, there is a probability that a signal oscillation occurs in the relay device.

Also, in the second embodiment, the initial operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 are automatically detected by the microcomputer 10. However, the go-around radio wave cannot be sufficiently canceled out during the detection of the initial operation points. Therefore, in the same manner, there is a probability that a signal oscillation occurs in the relay device.

FIG. 5 is a block diagram showing the configuration of a relay device according to a third embodiment of the present invention. In FIG. 5, 11 indicates an output control unit (or output controller) for controlling an output of the amplifying unit 6 by using the microcomputer 10 and outputting the output of the amplifying unit 6 to the transmission antenna 7.

Next, an operation will be described below.

When the supply of an electric power to the relay device is started, an output of the output control unit 11 is set to zero under the control of the microcomputer 10 to control the relay device not to output a transmission radio wave from the relay device. In this case, an output value of the electric power detecting unit 9 is stored in the microcomputer 10. Because no go-around radio wave is included in this output value of the electric power detecting unit 9, the output value indicates a reception level of the radio wave of the parent station. Thereafter, the output control unit 11 is controlled by the microcomputer 10 so as to lighten an output level (or output value) of the relay device little by little until the output level of the relay device reaches a regular output level. Therefore, a signal oscillation occurring in the relay device can be avoided.

In this case, a threshold value is preset to a value ranging from the output value stored in the microcomputer 10 to the double of the output value. When an electric power detected in the electric power detecting unit 9 is equal to or higher than the preset threshold value, operation points set in both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 differ from optimum operation points at which the average value  $[V_{\text{avg}}]$  of the composite electric power is minimized. Therefore, the electric power equal to or higher than the preset threshold value indicates that the go-around radio wave is not canceled out. In this case, an output of the relay device is fixed at the operation points under the control of the output control unit 11, the optimum operation points are detected in the same manner as in the case of the change of the environment, and the output of the relay device is gradually heightened.

Also, while the initial operation points of both the changeable attenuator 3 and the phase shifting unit 4 are automatically detected by using the microcomputer 10, the output level of the output control unit 11 is fixed to an appropriate level, which is equal to or lower than half of the regular output level, according to an instruction sent from the microcomputer 10. In this case, because an oscillation condition for the relay device is not satisfied, a signal oscillation occurring in the relay device can be avoided.

As is described above, in the third embodiment, an output level of the relay device is controlled by the output control unit 11 according to the control of the microcomputer 10. Therefore, when the supply of an electric power to the relay device is started or initial operation points are automatically

detected by the microcomputer 10, the oscillation occurring in the relay device can be suppressed.

## INDUSTRIAL APPLICABILITY

As is described above, in a relay device according to the present invention, a transmission radio wave having the same frequency as that of a radio wave received from a parent station is transmitted. Therefore, the relay device is appropriate to the canceling-out of a go-around radio wave while being adapted for a change of an environment of the relay device caused by wind or snow.

What is claimed is:

1. A relay device, in which a radio wave of a parent station is received and amplified and a transmission radio wave having the same frequency as that of the radio wave of the parent station is transmitted, comprising:

a main reception antenna for receiving both the radio wave of the parent station and a go-around radio wave of a relay station;

a subsidiary reception antenna for receiving the go-around radio wave of the relay station;

a changeable attenuator for changing an amplitude of a signal of the go-around radio wave received by the subsidiary reception antenna;

a phase shifter for changing a phase of the signal of the go-around radio wave received by the subsidiary reception antenna;

a composite signal producer for producing a composite signal from a signal of the radio wave of the parent station received by the main reception antenna, the signal of the go-around radio wave of the relay station and the signal of which the amplitude is changed by the changeable attenuator and the phase is changed by the phase shifter;

a directivity coupler for extracting a composite voltage of the composite signal output from the composite signal producer;

an electric power detector for obtaining a composite electric power from the composite voltage extracted by the directivity coupler; and

a microcomputer for controlling both a change of the amplitude performed by the changeable attenuator and a change of the phase performed by the phase shifter so as to minimize an average value of the composite electric power obtained by the electric power detector.

2. A relay device according to claim 1, further comprising: an output controller for controlling an output of the transmission radio wave transmitted from the relay station according to an instruction of the microcomputer when the supply of an electric power is started.

3. A relay device according to claim 1, wherein an initial operation point of the changeable attenuator and an initial operation point of the phase shifter are automatically detected by the microcomputer by obtaining a minimum value of the composite electric power obtained by the electric power detector.

4. A relay device according to claim 1, further comprising: an output controller for controlling an output of the transmission radio wave transmitted from the relay station according to an instruction of the microcomputer when an initial operation point of the changeable attenuator and an initial operation point of the phase shifter are automatically detected by the microcomputer.

\* \* \* \* \*